

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 560 102

②1 N° d'enregistrement national :

84 03069

⑤1 Int Cl^{*} : B 25 J 18/00, 9/14; A 61 F 2/54, 2/60, 2/68;
A 61 H 1/00; F 15 B 15/08; G 21 F 7/06.

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 28 février 1984.

③0 Priorité :

⑦1 Demandeur(s) : *Société anonyme dite : EXAMECA-MO-
NEDI — FR.*

⑦2 Inventeur(s) : Raymond Monedi.

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOP « Brevets » n° 35 du 30 août 1985.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

⑦3 Titulaire(s) :

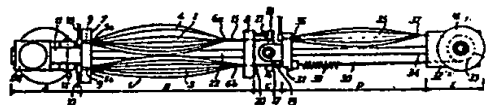
⑦4 Mandataire(s) : Henri Epstein.

⑤4 Dispositifs contractiles générant des mouvements mécaniques ou robotiques pour manipulation ou locomotion et membres robots actionnés par ces dispositifs.

⑤7 Un élément fonctionnel en forme de bras 1 comprend une ossature rigide 22 réunissant deux flasques 7, 8 entre lesquels sont placées deux enveloppes 2, 3 fusiformes gonflables à pression modulable, une des extrémités 5a, 5b des enveloppes étant montées fixe sur le flasque 7 pourvu de moyen d'introduction 10 de fluide sous pression et de moyens de guidage 9 des câbles, l'autre des extrémités libres 6a, 6b constitue des points d'attache libres reliés par des câbles 15, 16 à une chape mobile 31 d'un deuxième élément fonctionnel 30 articulée autour de l'axe 17.

Toute augmentation de pression de fluide dans une enveloppe engendre un raccourcissement de sa longueur, dégageant ainsi une course utile convertie en énergie mécanique.

Application pour manipulation et locomotion en milieux présentant des dangers de pollution, d'irradiation et de déflagration et dans le domaine de l'assistance des handicapés de membres.



FR 2 560 102 - A1

La présente invention se rapporte à des dispositifs contractiles générant des mouvements mécaniques ou robotiques harmonieux pour manipulation ou locomotion comportant des enveloppes semi-souples déformables et aux membres robots actionnés par de tels dispositifs.

- 5 Ces dispositifs contractiles réalisés dans des formes, des volumes et des matériaux appropriés ont littéralement le rôle de "muscles synthétiques" et leur fonctionnement s'apparente à celui de systèmes musculaires. Il existe actuellement des bras robots mécaniques fonctionnant soit, à l'aide de vérins pneumatiques ou hydrauliques, soit à l'aide de moteurs élec-
- 10 triques, à courant continu ou moteur pas à pas, mais leurs mouvements sont saccadés, inesthétiques et manquent de souplesse. On connaît également des dispositifs d'actionnement mécanique par des moyens pneumatiques se présentant sous la forme d'une enveloppe souple, allongée au repos, dont la paroi est renforcée par des tissus relativement inexten-
- 15 sibles. Une extrémité étant montée sur un point fixe, lorsque l'on gonfle l'enveloppe, celle-ci augmente de diamètre tout en se raccourcissant et l'autre extrémité en se rétractant est susceptible d'effectuer un trajet, dont la course se situe entre une position axialement allongée correspondant à la dépression radiale de l'enveloppe et, en position axialement
- 20 rétractée correspondant à la dilatation radiale de l'enveloppe. De tels dispositifs ne sont aptes qu'à des déplacements directs, simples et limités, sans pouvoir prétendre aux fonctionnements évolués des bras robots. L'idée qui est à la base de la présente invention est la constatation, qu'un mouvement dû à l'action des enveloppes souples déformables du genre pré-
- 25 cité peut être rendu précis, souple, progressif et harmonieux, lorsqu'il résulte de l'interaction d'au moins deux enveloppes travaillant en antagonisme fonctionnel, quand les forces s'exerçant sur un organe mobile ont un comportement antagoniste. Ainsi, le gonflement d'un muscle fléchisseur qui se raccourcit est soumis à l'opposition contrôlée du muscle extenseur
- 30 antagoniste qui se dégonfle en s'allongeant. L'invention a pour objet plus particulièrement un dispositif contractile générant des mouvements mécaniques ou robotiques harmonieux pour manipulation ou locomotion comportant des enveloppes en matériau semi-souple alimentées en fluide sous pression, dont les propriétés contractiles servent
- 35 à générer des mouvements mécaniques par sollicitation d'un organe mobile articulé ou rotatif, une des extrémités des enveloppes étant susceptible d'une course entre une position longitudinalement rétractée correspondant à la dilatation radiale de l'enveloppe et une position longitudinalement

expansée correspondant à la décontraction radiale de l'enveloppe, dont le fonctionnement est similaire à celui des systèmes musculaires anatomiques, ainsi qu'un membre robot actionné par de tels dispositifs.

La contractilité de ces dispositifs en forme d'enveloppes semi-souples
5 réalisées en forme de muscles creux est obtenue par l'injection dans ces enveloppes d'un fluide dont la pression est modulée en fonction des manipulations à effectuer. Cette conception confère au membre robot des gestes souples et harmonieux, car à l'image du travail des groupes musculaires d'un corps vivant, chaque mouvement résulte de l'interaction d'au moins
10 deux muscles travaillant en antagonisme fonctionnel. Les effets des contractions des muscles pourront être modulés et asservis par tous dispositifs mécaniques, fluidiques, électroniques et autres, afin d'obtenir des mouvements du membre robot précis, progressifs et harmonieux et de réaliser des manipulations d'une grande sensibilité de tous les objets, même
15 les plus fragiles.

Le dispositif selon l'invention est caractérisé par au moins deux enveloppes déformables et gonflables à pression modulable sollicitant par traction ou par poussée de sens opposés un organe mobile articulé ou rotatif, de façon à permettre un comportement antagoniste de forces s'exerçant
20 sur ledit organe.

Le dispositif comprend avantageusement au moins deux enveloppes de forme allongée, fusiformes, comme des muscles de bras, dont la paroi est renforcée par des fils relativement inextensibles, une des extrémités des enveloppes étant montée sur un point fixe, l'autre des extrémités constituant un point mobile, lesdits points reliés par un moyen de traction, tel
25 qu'un câble à au moins deux points de l'organe mobile, étant susceptible d'une course entre une position longitudinalement rétractée correspondant à la dilatation radiale de l'enveloppe et une position longitudinalement expansée correspondant à la décontraction radiale de l'enveloppe.

Les enveloppes fusiformes peuvent avantageusement comporter une armature en fils longitudinaux s'étendant axialement d'un point d'attache à l'autre, on peut également utiliser un treillis dont les mailles sont en forme de losange. Ce quadrilatère en effet a la propriété d'avoir, lorsqu'on le déforme, deux diagonales qui, tout en restant perpendiculaires, varient de
30 longueur, mais de telle façon que, lorsque l'une s'allonge, l'autre se raccourcit, particularité qui correspond à la contractilité. Ces armatures ou tous autres dispositifs appropriés peuvent être rapportés sur des enveloppes prêtes à l'usage ou peuvent être enrobés lors de la fabrication des enveloppes. Pour être harmonieux, tout mouvement doit être réalisé par
35 une action dynamique pondérée par une contre-action passive équilibrée. Selon une
40

variante particulièrement avantageuse, les enveloppes fusiformes, pour pouvoir fonctionner en antagonisme classique, comme peuvent le faire des vérins asservis par des valves classiques, sont placées dans une enceinte rigide et on comprend aisément, qu'en raison de l'espace limité, quand
5 une enveloppe se gonfle en se contractant, elle comprime l'autre enveloppe qui est obligée de s'amincir et de s'allonger.

Selon une autre variante, la pondération recherchée pour l'équilibre des forces du couple des enveloppes travaillant en antagonisme peut être améliorée, si l'enceinte rigide est remplie d'un liquide ou d'une substance molle
10 non compressible. Ainsi, la moindre variation de forme ou de volume d'une enveloppe fusiforme se répercutera automatiquement sur l'autre.

La meilleure harmonie et progressivité des mouvements seront obtenues par le remplacement avantageux de l'enceinte rigide par une enceinte extérieure semi-souple à double parois à l'intérieur de laquelle sera injecté un fluide sous pression modulable. Cette variante permet de moduler
15 l'effet d'antagonisme des enveloppes fusiformes par le réglage de la pression du fluide se trouvant dans l'enveloppe extérieure.

D'autres enveloppes travaillant en antagonisme peuvent prendre d'autres formes, par exemple des enveloppes plates s'apparentant aux muscles pectoraux ou deltoïdes, des boules pour action ponctuelle ou des enveloppes enrouleurs pour faible rotation. Les enveloppes fusiformes peuvent être munies d'une armature dont l'axe est incliné par rapport à l'axe de l'enveloppe. Dans un tel cas, la contraction des enveloppes engendre une double
20 action, celle de traction d'abord, mais également de rotation, l'axe de l'armature et l'axe de l'enveloppe ayant tendance à se superposer sous l'effet de la contraction.

Certaines enveloppes selon l'invention peuvent agir par poussée antagoniste sur un organe mobile. Un tel élément peut comprendre deux enveloppes gonflables cylindriques placées à l'intérieur de cylindres ouverts à une extrémité, l'une des extrémités de l'enveloppe gonflable étant munie d'une entrée d'air et l'autre conformée en poussoir en matière plus rigide, la dilatation radiale desdites enveloppes étant limitée par des parois du cylindre, la-dite enveloppe est susceptible d'une dilatation axiale créant l'effet de
30 poussée sur l'organe mobile.

D'autres enveloppes créant un effet de poussée peuvent prendre la forme annulaire. Deux de telles enveloppes, montées soit sur un noyau, soit à l'intérieur d'un alésage, de part et d'autre d'un organe mobile, sont susceptibles d'exercer sur cet organe des actions de poussée antagonistes. La présente invention a également pour objet un membre robot actionné
40 par des éléments fonctionnels décrits précédemment.

Un membre dont l'action s'apparente à celle d'un bras, est caractérisé en ce qu'il comporte au moins deux enveloppes fusiformes gonflables à pression modulable, les points d'attache libres des enveloppes étant reliés par des câbles de traction ou par une courroie crantée à un organe mobile autour d'un ou de plusieurs axes de rotation, lesdites enveloppes étant reliées à un distributeur de fluide sous pression agencé pour assurer simultanément de manière contrôlée et programmée le gonflement d'une ou de plusieurs enveloppes et le dégonflement d'une ou de plusieurs autres enveloppes, de façon à permettre un comportement antagoniste de forces s'exerçant sur ledit organe mobile.

Les enveloppes peuvent être placées axialement entre deux flasques réunis par une ossature rigide s'apparentant à un bras, l'une des extrémités des enveloppes munie d'une conduite d'alimentation en fluide étant fixée sur un de ces flasques, tandis que l'autre flasque est muni de moyens de passage et de guidage pour les câbles ou la courroie de traction.

Le flasque peut être une chape comportant un axe servant de coude autour duquel s'articule également la chape d'un deuxième dispositif fonctionnel mobile, tel que par exemple s'apparentant à un avant-bras.

Un tel deuxième élément peut comporter deux enveloppes fusiformes dont les points d'attache libres sont reliés par un seul câble passant sur une poulie d'axe perpendiculaire à celui des enveloppes, ou une seule enveloppe coopérant avec un ressort de rappel, ce troisième élément fonctionnel s'apparentant à un poignet. Un ensemble tournant portant une pince ou des doigts pour la saisie des objets, s'apparentant à une main, constitue un quatrième élément fonctionnel.

Le troisième élément fonctionnel articulé au deuxième peut être constitué par une tige portant une pince. Cette solution est surtout valable, lorsque le deuxième élément fonctionnel comprend plus de deux enveloppes et comporte une polyarticulation solidaire de l'ossature rigide du troisième élément, c'est à dire de la tige portant des pinces et qui est actionné angulairement au moyen de plus de deux câbles fixés à des points d'attache sur un organe solidaire du troisième élément fonctionnel, qui est alors susceptible de mouvements en plusieurs plans, comme un poignet.

Le membre robot peut être placé sur un socle vertical muni d'une console, sur laquelle est montée en oscillation autour d'une articulation à axe horizontal, pouvant s'apparenter à une épaule, une tige ou manchon faisant levier et soutenant à une extrémité le membre robot, au dessus et en dessous de la partie de ladite tige opposée à son extrémité soutenant le membre robot étant placés deux éléments à enveloppes cylindriques poussoirs dont les actions antagonistes font monter ou baisser le membre robot.

D'autres particularités de l'invention apparaitront à la lumière de la description de modes de réalisation exposés à titre d'exemple non limitatifs et illustrés par les dessins, dont

- la figure 1 présente une vue de dessus du membre robot en position alignée
- 5 la figure 2 une vue de dessus du membre robot ayant l'avant-bras plié
- la figure 3 une vue en coupe d'une pince
- les figures 4a et 4b des vues partielles de l'embase avec le mécanisme de levage de bras, en positions respectivement abaissée et relevée
- la figure 5a les trois états d'une enveloppe fusiforme
- 10 la figure 5b les deux états de l'enveloppe cylindrique poussoir
- les figures 5c et 5d les états, gonflé et au repos, des enveloppes annulaires
- les figures 6a et 6b des vues en coupe, de face et de côté, d'un élément muni d'une enveloppe extérieure à double paroi
- les figures 7a et 7b des vues en coupe d'un élément polyarticulé.
- 15 Le bras principal 1 (8) comprend d'une part une ossature rigide constituée des deux embases de chapes d'articulation 7 et 8 fixées aux extrémités d'une ou de plusieurs barres 22 de longueur appropriée et d'autre part d'un ensemble générateur d'énergie mécanique constitué par deux enveloppes creuses fusiformes 2 et 3, imitant et travaillant par antagonisme comme les muscles du corps hu-
- 20 main. Ces enveloppes sont du genre de vessies réalisées en matériau souple, tel que le caoutchouc naturel, synthétique ou autre élastomère et recouvertes d'une armature ou treillis déformables, composé de fils quasi inextensibles en métal ou matière synthétique, dont le rôle est de rendre ces enveloppes semi-souples et de leur conférer les propriétés contractiles. Ceci, afin que
- 25 toute augmentation de pression de fluide intérieur provoquant un gonflement radial de l'enveloppe engendre automatiquement un raccourcissement de sa longueur, dégageant ainsi une course utile (fig.5a) convertie en énergie mécanique. A l'instar des fibres contractiles des tissus musculaires, on peut placer judicieusement sur les enveloppes des armatures en fils longitudinaux 4 s'étendant
- 30 axialement d'un point d'attache 5 à l'autre 6a et 6b, ou utiliser un treillis dont les mailles sont en forme de losange.
- Les enveloppes fusiformes 2 et 3 sont placées longitudinalement à l'axe du bras 1 et entre les faces des chapes d'articulation 7 et 8 et fixés solidaires à la chape 7, à l'intérieur de laquelle a été prévu des passages 9
- 35 en communication par l'intermédiaire des tubulures 10 à une source de fluide sous pression. Des points d'attache libres 6a et 6b partent des câbles de traction 15 et 16 reliés à des ergots de la chape d'articulation 31 de l'avant bras 30 par les axes 18 et 19. Les câbles 15 et 16 peuvent être

avantageusement formés en torsadant les extrémités des fils des armatures 4. Les câbles 15 et 16, les ergots et les axes 18 et 19 peuvent être remplacés par une courroie crantée dont les mouvements rectilignes engendrent par l'intermédiaire d'une poulie crantée des mouvements angulaires de l'avant-bras 30.

On voit aisément, que les enveloppes 2 et 3 du bras 1, quand elles se contractent tour à tour sous l'effet d'un fluide sous pression, développent une énergie mécanique qui sert à manoeuvrer l'avant-bras 30 autour de l'axe d'articulation 17 monté avec paliers à billes, par l'intermédiaire des chapes d'articulation 8, pour le bras fixe 1, et 31 pour l'avant-bras mobile 30. Cette articulation s'apparente à celle du coude humain avec, également, une butée d'alignement, mais réglable 21 et une butée de marche également réglable 20.

L'ossature de l'avant-bras 30 est constituée d'un ou de plusieurs tubes ou barres 34 fixés solidaires à la chape 31, côté articulation coude, et au boîtier 32 à l'extrémité antérieure.

A cette partie antérieure de l'avant-bras 30, on voit un ensemble pouvant s'apparenter à un poignet, mais qui, pour le cas représenté, n'est simplement qu'un dispositif rotatif E, permettant la rotation de la pince-main F, représentée en détail à la figure 3.

Ce dispositif est constitué du boîtier 32 dans lequel est monté sur palier, à billes de préférence, l'axe 40 de la pince-main F. Pour sa rotation, cet axe 40 est muni d'une poulie 33 sur laquelle est enroulé un câble 38. Une extrémité de ce câble est reliée au point d'attache libre 37 d'une enveloppe fusiforme 35, dont l'autre attache 36 est fixée solidaire sur la chape 31. L'autre extrémité du câble 38 est fixée à un res-ort de rappel 39. En e-fet, la rotation de l'axe 40 ne nécessitant pas un travail antagoniste modulé, il est plus économique de faire effectuer le retour à vide de la poulie par un simple ressort.

Le poignet rotatif travaille de façon suivante. Sous l'effet d'un fluide sous- pression, l'enveloppe 35 se gonfle en se contractant et le raccourcissement engendré tire sur le câble 38 qui entraîne la poulie 33, ainsi que la pince-main qui en est solidaire, déplaçant le repère 48 de la position y en position z par rotation. Quand la pression dans l'enveloppe 35 diminue, elle s'assouplit et permet au ressort 39 de ramener son extrémité libre 37 à sa position initiale, provoquant une rotation en sens contraire de l'axe 40 qui ramène également le repère 48 à sa position initiale y.

Le membre robot avec son avant-bras 30 plié et la position de l'axe 40 ramenée de la position R à la position R', sont représentés à la figure 2, qui illustre bien le fonctionnement cinématique engendré par le jeu des

pressions et dépressions d'un fluide à l'intérieur des enveloppes contractiles.

En ce qui concerne la pince-main destinée à la préhension tactile des objets, toutes pinces connues, actionnées par des moyens mécaniques, moteurs et vérins, peuvent être utilisées. Les enveloppes fusiformes peuvent servir à cet usage, mais la conception originale représentée à la figure 3 met en oeuvre une application particulière d'élément fonctionnel conforme à l'invention utilisant des enveloppes annulaires contractiles, telles que représentées aux figures 5c et 5d. Ces enveloppes annulaires creuses qui s'apparentent aux muscles sphincter des corps vivants peuvent fonctionner dans deux sens. Si elles sont tenues par l'intérieur, (figure 5c), l'expansion se fait vers l'extérieur. On remarque que bridé par le noyau 68, l'enveloppe annulaire 66 sous l'effet de l'injection d'un fluide sous pression voit son diamètre extérieur 67 augmenter. Tandis que sur la figure 5d l'enveloppe annulaire 69 tenue à l'extérieur par la chambre 71 s'expande vers l'intérieur et voit son diamètre 70 se réduire, jusqu'à, si cela a été prévu, obturer complètement le passage.

Les deux, trois ou plusieurs doigts 43 de la pince-main sont mûs par les enveloppes annulaires 41 et 42. Les doigts 43 guidés en position par le guide 44 sont articulés libres sur le noyau 45 par les goupilles 46. Ces doigts s'ouvrent lorsqu'on injecte un fluide sous pression dans l'enveloppe annulaire 42 qui, tenue à l'intérieur par le noyau 45, se gonfle vers l'extérieur, action qui sert à écarter les doigts 43 de la pince. Alors que lorsque l'enveloppe annulaire 41 est sous pression, étant tenue à l'extérieur par la jupe 47, son expansion se faisant vers l'intérieur, resserre les doigts 43 sur l'objet à saisir. Il est évident que parallèlement la pression dans l'enveloppe annulaire 42 devra être réduite pour permettre le travail de l'enveloppe 41. Ce sont d'ailleurs les interactions antagonistes de ces deux enveloppes annulaires activées par des pressions modulées selon la résistance de l'objet à manipuler qui confèrent à ce dispositif une très grande sensibilité tactile. La souplesse de fonctionnement obtenue par ces enveloppes annulaires, aux pressions internes très facilement réglables, est en effet sans équivalence pour la manipulation d'objets les plus fragiles. La pression de préhension peut bien sûr être augmentée pour des objets plus rigides ou plus lourds.

Le mécanisme d'articulation s'apparentant à une épaule faisant baisser ou lever le bras robot (figures 4a et 4b) fait appel aux enveloppes cylindriques poussoirs représentées en soi à la figure 5b. L'enveloppe poussoir 51 au repos (voir l'enveloppe 64 à la figure 5b) est constituée d'une enveloppe

en matériau souple dont l'extrémité supérieure est munie d'une entrée 52 de fluide et dont l'autre extrémité est munie d'un poussoir 53 réalisé en matière plus dure. Cet ensemble qui peut être moulé ou constitué d'éléments assemblés, est placé dans une chambre adéquate 50 avec du jeu y, la précision du logement étant inutile.

Le fonctionnement de l'enveloppe poussoir est simple. Lorsqu'on injecte un fluide sous pression par le canal 52 dans l'enveloppe 51, celle-ci maintenue à l'extérieur par la chambre 50 ne peut se dilater radialement. Alors, elle s'allonge engendrant un mouvement longitudinal de poussée, transmise par l'embout poussoir 53 sur le manchon 11, tel que représenté sur la figure 4b (65, fig. 5b). Le manchon 11, partie constitutive de la chape d'articulation 7, est le prolongement du bras principal 1, qui se trouve ainsi articulé par l'axe horizontal 12 sur la chape 13 de l'embase support 14. On voit donc, que la poussée de l'enveloppe 51 sur le manchon 11 le fait pivoter autour de l'axe 12, pivotement qui a pour résultat de lever l'ensemble du membre robot, de la valeur de l'angle α . Cette valeur de débattement est réglable au moyen des vis de butées de réglage 54 et 55. Il est à remarquer que le retour à la position basse pourrait se faire automatiquement par le poids même du bras robot, lorsque la pression dans l'enveloppe 51 se relâche, mais ce mouvement pourrait être brutal ou intempestif. C'est donc pour réaliser des mouvements souples et harmonieux qu'il est toujours préférable de placer un second dispositif à enveloppe 51', par exemple qui travaillant en antagonisme avec le dispositif à enveloppe 51 assure une modulation contrôlée des mouvements.

Le fonctionnement des différents éléments ayant été exposé ci-dessus, la suite porte sur la description du fonctionnement général du membre robot représenté.

De part son principe, le membre robot au repos, pris au magasin par exemple, est complètement désarticulé (61, fig. 5a) comme pourrait l'être un homme dégingandé en décontraction totale. Cette particularité peut d'ailleurs être un avantage pour l'emballage ou stockage. A la mise en service, le membre robot est raccordé à une centrale de fluide sous pression, et ce n'est que lorsque l'on injecte une légère pression dans toutes les enveloppes que les éléments s'alignent en place et qu'il peut fonctionner selon la programmation qui lui a été attribuée. On retrouve ainsi une analogie avec le tonus des systèmes musculaires (voir 62, figure 5a). Cette pression minimum est variable selon les efforts et les manipulations à effectuer.

Posé sur son embase support 14, le membre robot, en légère sous-pression en général, est présenté aligné sur son aire de travail. Pour conforter son alignement, on injecte une pression supérieure dans l'enveloppe 2, afin

de bien assurer son contact avec la butée réglable 21. On positionne alors l'axe 40 de la pince-main à la verticale du point R constituant le centre de l'objet à saisir, tel qu'une pièce mécanique, un oeuf ou un gobelet. On règle le programme et l'on fixe l'embase 14 pour transporter l'objet au point désiré R'. On peut maintenant affiner les positions R et R' par les vis de réglage 20 et 21. On règle également le débattement en hauteur par les vis de réglage 54 et 55.

Le membre robot aligné par la contraction initiale de l'enveloppe 2 au dessus du point 0 et relevé par la poussée de l'enveloppe poussoir 51 est prêt à travailler en séquence selon le cycle programmé suivant.

- a) On ouvre les doigts 43 de la pince en gonflant l'enveloppe annulaire 42
- b) On baisse le membre complet en décompressant progressivement l'enveloppe poussoir 51, les doigts écartés de la pince sont alors autour de l'objet 0 à saisir.
- c) On referme les doigts 43 de la pince sur l'objet 0 en augmentant la pression dans l'enveloppe annulaire 41, alors que l'enveloppe 42 se décomprime. L'objet à manipuler est ainsi serré selon une pression adéquate.
- d) Le membre complet se relève sous l'action de l'enveloppe poussoir 51 sur le manchon 11 en soulevant l'objet.
- e) L'avant-bras 30 se plie sur le bras 1 par l'augmentation de la pression dans l'enveloppe fusiforme 3 qui se contracte, alors que l'enveloppe 2 s'allonge en se décompressant, en décrivant un arc de cercle qui amène l'objet de la position de départ P à la position désirée R'. L'amplitude de ce déplacement est définie par la butée réglable 20.
- f) L'axe 40 de la pince-main se met en rotation pour tourner l'objet de y en z, afin de le présenter dans l'orientation z choisie par l'intermédiaire de la contraction de l'enveloppe 35 qui en tirant sur le câble 38 fait tourner la poulie 33 et tend le ressort de rappel 39.
- g) La position de déplacement R' et la position angulaire z étant assurées, l'ensemble du membre s'abaisse à la hauteur déterminée par la butée réglable 54, suite à la décompression de l'enveloppe 51 contrôlée par l'enveloppe antagoniste 51' et pose l'objet.
- h) Les doigts de la pince-main s'écartent alors sous l'action de l'enveloppe annulaire 42 et l'interaction de l'enveloppe antagoniste 41. L'objet est donc libéré et déposé à son emplacement R' choisi.
- i) L'ensemble bras se relève alors sous l'action de l'enveloppe poussoir 51 pour revenir à sa position de départ R.

- j) Ce retour s'effectue, membre relevé et doigts écartés, par le redressement de l'avant-bras 30 contre sa butée d'alignement 21 sous l'effet conjugué de la contraction de l'enveloppe 2 et de la décompression de l'enveloppe 3.
- 5 k) On profite d'ailleurs de ce retour à la position de départ R pour effectuer également, en temps masqué, le retour en position angulaire de départ du repère⁴⁸ de la pince-main par la décompression de l'enveloppe 35 qui en s'allongeant permet au ressort de rappel 39 de faire tourner la poulie 33 dans le sens inverse et de revenir
- 10 ainside la position angulaire z à la position initiale y.
- Le membre robot se trouvant alors en position générale de départ, à savoir, le membre relevé et aligné, le doigts écartés, au dessus du point R centre de l'objet à manipuler, le cycle peut recommencer.
- Les membres robots selon l'invention offrent de nombreux avantages, tels que
- 15 souplesse de fonctionnement, l'harmonie des mouvements, une préhension tactile de grande sensibilité des objets par rapport aux robots mécaniques, qu'ils soient mûs par des dispositifs électriques ou même fluidiques classiques. La raison en est une variété infinie de formes des éléments contractiles et le principe du travail en synergie et en antagonisme de tels éléments.
- 20 Les enveloppes en forme de fuseau sont susceptibles de se présenter dans les trois états suivants (figure 5a): état complètement libre (61), la longueur AB maximum, état de mise en sous-pression (62) correspondant à un certain tonus musculaire, longueur réelle AB' et état de contraction (63) longueur AB'' minimum. La différence en B' et B'' égale à x est la longueur utile de travail.
- 25 De tels éléments pouvant s'expanser en diamètre ont la faculté de se raccourcir en longueur, par conséquent ils travaillent en traction.
- Les enveloppes cylindriques servant de poussoirs (figure 5b) ne pouvant pas s'expanser en diamètre, parce qu'étant localisées dans une chambre de
- 30 retenue, ont la faculté de s'allonger, leur action est donc de pousser. L'enveloppe 64 correspond à un muscle non activé de longueur minimum, tandis que l'enveloppe 65 sous pression correspond à la longueur maximum limitée par une butée pour éviter sa détérioration. La longueur utile de travail est de x.
- 35 Les enveloppes annulaires (figure 5c et 5d), lorsqu'elles sont retenues par l'intérieur par le noyau 68 (fig.5c), s'expansent vers l'extérieur et la différence entre les diamètres 66 et 67 constitue la course de travail. Par contre, ces enveloppes annulaires, localisées à l'extérieur dans un alésage 71, (fig.5d) se gonflent vers l'intérieur et la réduction entre les

diamètres 69 et 70 constitue la course de travail. Ces enveloppes annulaires peuvent éventuellement se refermer complètement et obstruer un passage.

5 Tout mouvement pour être harmonieux doit être réalisé par une action dynamique pondérée par une contre-réaction passive équilibrée. Sur les systèmes connus, on utilise des dispositifs mécaniques, électriques, fluidiques et autres avec plus ou moins de bonheur ou de problèmes, mais aucun ne peut donner l'harmonie maximum que confère au déroulement des gestes le principe qui est à la base de la présente invention.

10 En effet, les enveloppes fusiformes 2 et 3 fonctionnent en antagonisme classique, comme peuvent le faire des vérins asservis par des valves classiques. Ceci, parce que ces enveloppes peuvent s'expanser librement, mais si elles sont placées dans une enceinte rigide, telle que représentée sur la figure 6a et 6b, un tube ovale 74, on comprend aisément qu'en raison de l'espace limité, quand l'enveloppe 72 se gonfle en se contractant, elle comprime l'enveloppe 73 qui est obligée de s'amincir et de s'allonger.

15 Il y a donc une interaction antagoniste automatique, qui pondère dans un équilibre parfait les pressions et les forces des deux enveloppes qui travaillent en opposition. Le résultat obtenu est donc bien plus efficace que les moyens classiques actuels. Bien entendu, les tubulures d'admission 10 du fluide sous pression des enveloppes 2 et 3 pourront être munies de valves à minima-maxima, de façon à ne pas contrarier l'effet antagoniste automatique en donnant la possibilité de permettre un léger échappement du fluide, lorsque la pression dans une enveloppe dépasse une certaine limite.

20 Par ailleurs, il est à noter que l'enceinte rigide extérieure, à l'intérieur de laquelle fonctionnent les enveloppes, peut être conçue pour servir également d'ossature de bras.

25 Selon une variante de l'invention, la pondération recherchée pour l'équilibre des forces ducouple des enveloppes travaillant en antagonisme peut être améliorée, si l'enceinte rigide 74 est remplie d'un liquide ou d'une substance molle non compressible. C'est ainsi que la moindre variation de forme ou de volume d'une enveloppe se répercutera automatiquement sur l'autre.

30 Mais la meilleure harmonie et progressivité des mouvements seront obtenues par le remplacement de l'enceinte rigide par une enceinte extérieure semi-souple à double paroi, à l'intérieur de laquelle sera injecté un fluide sous pression modulable. Cette variante, représentée en 23 sur les figures 2 et 7a, permet de moduler l'effet d'antagonisme des enveloppes par le réglage de la pression du fluide se trouvant dans l'enveloppe extérieure 23.

Cette disposition particulière sera avantageusement utilisée pour des bras robots à mouvements complexes, constitués de multiples enveloppes fusiformes susceptibles de travailler, tour à tour, en groupes d'actions synergiques et antagonistes, évolutives.

- 5 Selon la forme de réalisation représentée aux figures 7a et 7b, une enveloppe extérieure à double paroi 23 renferme plusieurs enveloppes fusiformes 80. L'ossature de cet élément 85 se termine par un logement dans lequel se place une rotule 82 solidaire d'une tige 84 portant à son extrémité une pince-main 43 avec son mécanisme d'actionnement 86. Une coupelle 83
- 10 fixée sur la tige 84 constitue l'organe mobile, car à sa périphérie sont fixées les extrémités des câbles de traction 87, dont les extrémités opposées constituent des points d'attache 81 des enveloppes 80. Une répartition angulaire judicieuse des points de fixation de câbles 87 sur la circonférence de la coupelle 83, permet au système de fonctionner comme une poly-
- 15 articulation qui autorise une liberté de mouvements quasi totale et permet un travail optimal s'apparentant à celui des muscles, pronateurs et supinateurs, comme cela se passe dans les mouvements complexes effectués par un poignet humain par exemple.
- D'autres formes de polyarticulation peuvent être employées, telles que
- 20 joint homocinétique, cardan ou autres.
- Un avantage souvent déterminant pour un membre robot est son prix de revient. La réalisation selon l'invention ne fait pas appel aux éléments coûteux, tels que vérins, moteurs, réducteurs et autres, tandis que la réalisation des enveloppes selon l'invention est très bon marché.
- 25 Quant aux ossatures des bras eux-mêmes, leur précision pouvant être beaucoup moindre, des réalisations très économiques peuvent être également envisagées, telles par mécano-soudure, moulage, tubes de forme etc. L'utilisation de matériaux composites pourra être avantageusement envisagée, notamment pour les polyarticulations du genre rotule et pour gain de poids.
- 30 Par sa simplicité de conception et la simplicité de ses constituants, la technique faisant objet de la présente invention donne une efficacité et une fiabilité maximum pour un coût minimum.
- Le membre robot décrit n'est pas une mécanique rigide comme les robots connus, son fonctionnement est souple, harmonieux et de grande sensibilité. Son
- 35 efficacité est rendue optimale par une automatisation très poussée. Celle-ci peut comporter tous les dispositifs de gestion et d'asservissement pouvant être piloté par micro-processeurs, automates programmables, calculateurs, ordinateurs, procédé connus, ou par tous les moyens futurs. Cet asservissement est d'ailleurs avantageusement facilité par la motorisation
- 40 fluidique, qui permet, à l'aide de capteurs de force appropriés

des auto-corrrections de différentiels de pression dans les enveloppes, avec la possibilité de régulation en boucle.

L'asservissement a pour but de contrôler et de pondérer les contractions isométriques en fonction des préhensions et de manipulations à effectuer et les contractions isotoniques en fonction des différents mouvements à effectuer dans l'espace.

En ce qui concerne la pondération des contractions^{isométriques}, toute manipulation tactile n'est réellement efficace que si l'on peut prendre en compte les mesures des interactions des rapports de force ou de couples en jeu, pour permettre en retour une pondération efficiente des pressions fluidiques. Le principe de l'invention permet et facilite les prises de mesures de pressions de travail et leur pondération, mais favorise très largement cette pondération par les interactions morphologiques et antagonistes des enveloppes entre elles, ceci afin que l'intensité des forces qui commandent leurs contractions soient en relation directe avec le poids, le volume, la fragilité ou la résistance, la forme et la position des objets à manipuler.

C'est ainsi, que par cette particularité, les qualités, entre autres de préhension d'une pince-main à plusieurs doigts, peuvent être améliorées. En effet, si au lieu d'une enveloppe annulaire, solution économique décrite ci-dessus, on équipe chaque doigt d'un couple d'enveloppes antagonistes, équipées elles-mêmes de capteurs de pressions, on obtient une pince-main dont les doigts, pouvant travailler séparément, auront la faculté de s'adapter aux formes et aux positions diverses des pièces à manipuler. Comme si la pince-main avait le sens du toucher.

En ce qui concerne la pondération des contractions isotoniques, celle-ci constitue un des grands avantages de la technique selon l'invention, qui semble recréer l'harmonie des gestes humains dans l'espace. Là aussi, la pondération des pressions de travail, confortée par les interactions morphologiques et antagonistes des enveloppes entre elles, engendre des mouvements souples, contrôlés et bien adaptés aux efforts demandés. C'est ainsi que cette souplesse de fonctionnement trouve toute son efficacité, lorsque, dans l'exécution des gestes pour lesquels il a été programmé, le bras robot selon l'invention entre en collision avec un obstacle imprévu ou rencontre des perturbations aléatoires. Ces situations anormales sont prises en compte par l'intermédiaire des capteurs d'effort par le centre de programmation générale qui peut apporter les mouvements de correction nécessaires.

La motorisation fluïdique du membre robot selon l'invention favorise son asservissement et tous les systèmes de programmation connus, apprentissage symbolique, géométrique ou même par le langage, peuvent être avantageusement utilisés. Mais il est évident, que comme pour les gestes humains,

5 la technique selon l'invention trouvera son efficacité optimale par un asservissement très perfectionné, qui lui donnera le maximum de facultés sensorielles, telles que le sens du toucher par des capteurs d'efforts ou proximètre, la visualisation par l'équipement de caméras, simples et vidéo, l'ouïe, l'odorat, tous les senseurs sophistiqués ultra-son, laser, radar,
10 et même la parole, de véritables sens artificiels qui peu à peu rapprocheront les mouvements exécutés par les membres robots des mouvements humains. Les applications du membre robot selon l'invention sont nombreuses et parmi celles-là, on peut citer les applications suivantes:

- Tous les déplacements d'objets et les manipulations simples ou complexes
15 effectués dans toutes les industries mécaniques et autres, où sa fiabilité de fonctionnement, sa légèreté et son faible coût seront très appréciés.

- Son utilisation sera aussi très avantageuse dans les milieux hostiles, irradiés, nucléaires ou déflagrants, tels que laboratoires, mines,
20 poudreries, etc., car sa motorisation fluïdique et non électrique le rend antidéflagrant. Cette propriété, jointe à sa sensibilité tactile seront très utiles pour les travaux délicats en laboratoire, que ce soit par télécommande ou asservissement "maître-esclave".

- Par ailleurs, n'étant pas sensible aux moyens de détection par un rayonnement aux infra-rouges ou autres, son emploi offre les garanties de discrétion souhaitable, par exemple dans l'armement.

25 - Mais ces propriétés peuvent aussi trouver leur intérêt dans des utilisations particulières, telles que des opérations de déminage, de contrôle de lieux ou de véhicules susceptibles d'être piégés, des travaux
30 aux fonds sous-marins.

- D'autre part, la grande souplesse de fonctionnement d'un bras robot selon l'invention trouve une utilisation exceptionnelle dans ce qu'on appelle
"le travail au plus près". En effet, de par son principe et des conceptions appropriées: polyarticulation ou rotules, pondération des efforts
35 de travail, asservissements prenant en compte les sensations du toucher, de proximité, les variations de pression, on peut obtenir en terminal un ensemble poignet-main d'une liberté totale de mouvements et d'une souplesse de contact contrôlées et programmées. De ce fait, la main-robot permet à l'outil adéquat qu'elle porte, de suivre de très près

le contour des objets à traiter ou à usiner.

Cette faculté de pouvoir travailler au plus près peut trouver son utilisation, par exemple dans le nettoyage de grands engins, d'avions, de bateaux et autres, en boucherie pour les travaux de désossage, ou bien aussi pour la tonte des moutons. Dans l'industrie également, par exemple pour les travaux de ponçage, de polissage, d'arasage, de peinture, avec éventuellement l'emploi d'un gabarit de guidage, pour le détournage de pièces, mécaniques ou autres, telles que semelles ou talons de chaussures, cartonnages, travaux de reproduction et autres.

10 Toutefois, l'utilisation la plus noble du membre robot selon l'invention sera celle de l'assistance et de la rééducation fonctionnelle des handicapés moteurs, soit pour la manipulation soit pour la locomotion. En effet, de par son analogie avec le fonctionnement du système musculaire humain, par la souplesse et l'harmonie de ses gestes, la technique selon l'invention est la mieux adaptée pour résoudre le problème des handicapés, que ce soit par malformation, amputation, paralysie ou autres raisons.

15 Des prothèses à base de membres selon l'invention, complètes pour bras, mains ou jambes peuvent être réalisées selon des conceptions pratiques et économiques, la source fluïdique pouvant provenir de bouteilles sous pression portables ou non, ou de générateurs actionnés par l'utilisateur lui-même, soit par le mouvement des bras, pour les handicapés des membres inférieurs, soit par les jambes, dans le cas contraire.

20 Le fonctionnement de ces prothèses ainsi que des orthèses pourra être commandé physiquement par un membre valide ou par la parole, ou alors asservi par le procédé "maitre-esclave", ou bien programmé.

25 D'autre part, des orthèses ou des membres robots selon l'invention seront également très avantageusement utilisés dans le cas d'handicapés ayant des muscles paralysés ou atrophiés. En effet, une autonomie plus ou moins complète peut être rendue à ces handicapés par le couplage en parallèle de bras ou membres robots selon l'invention avec le bras ou les membres paralysés. Ce montage en parallèle offre des avantages favorisant une rééducation fonctionnelle progressive. Il oblige les muscles et les articulations du membre paralysé à travailler, ce qui évite leur atrophie totale. En outre, il permet et favorise des excitations en parallèle entre
30 les membres robots et les muscles naturels, ce qui permet une rééducation de la tonicité des muscles malades. La progressivité de cette rééducation peut s'effectuer en partant d'une valeur forte de travail de motricité demandé aux membres robots et en réduisant cette valeur progressivement au fur et à mesure de résultats de rééducation obtenus et de la reprise en tonicité des muscles atrophiés.

REVENDECATIONS.

1. Dispositif contractile générant des mouvements mécaniques ou robotiques harmonieux pour manipulation ou locomotion comportant des enveloppes en matériau semi-souple alimentées en fluide sous pression, dont les propriétés contractiles servent à générer des mouvements mécaniques par sollicitation d'un organe mobile articulé ou rotatif, une des extrémités des enveloppes étant susceptible d'une course entre une position longitudinalement rétractée correspondant à la dilatation radiale de l'enveloppe et une position longitudinalement expansée correspondant à la décontraction radiale de l'enveloppe, caractérisé par au moins deux enveloppes (2,3) gonflables à pression modulable sollicitant par poussée ou par traction de sens opposés ledit organe mobile (31), de façon à permettre un comportement antagoniste des forces s'exerçant sur ledit organe.
2. Dispositif exerçant au moins deux actions antagonistes de traction sur un organe mobile selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend au moins deux enveloppes (2,3) fusiformes s'apparentant à des muscles humains, dont les parois sont renforcées par des fils (4) relativement inextensibles, une des extrémités (5) des enveloppes étant fixe, l'autre des extrémités (6a,6b) constituant des points d'attache libres, qui sont reliés par des câbles (15,16) de traction à au moins deux points (18,19) de l'organe mobile (31) autour d'un ou de plusieurs axes de rotation (17), lesdits points d'attache libres étant susceptibles d'une course entre une position longitudinalement rétractée correspondant à la dilatation radiale de l'enveloppe et une position longitudinalement expansée correspondant à la décontraction radiale de l'enveloppe.
3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'enveloppe comprend une armature de fils (4) relativement non extensibles limitant son expansion élastique, de façon à ce que sensiblement toute l'énergie du fluide de gonflement soit convertie en énergie mécanique sans produire d'étirage de ladite enveloppe.
4. Dispositif selon la revendication 2 ou 3, caractérisé en ce que les fils (4) sont disposés axialement et leurs extrémités se rejoignent aux deux extrémités (5,6) de l'enveloppe constituant ses deux points d'attache.
5. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que l'armature est constituée par des fils en forme de tricot à mailles en losange.
6. Dispositif selon la revendication 2 ou 3, caractérisé en ce que l'axe de l'armature est désaligné par rapport à l'axe de l'enveloppe.
7. Dispositif selon l'une des revendications 2 à 6, caractérisé en ce que les enveloppes sont placées à l'intérieur d'une enceinte à parois

rigides (74), le volume et/ou la géométrie de l'enceinte étant choisis de façon à ce que l'expansion radiale d'une ou de plusieurs enveloppes exerce une poussée radiale sur l'une ou plusieurs autres enveloppes en cours de dégonflement contrôlé ou pour obtenir leur expansion radiale.

- 5 8. Dispositif selon l'une des revendications 2 à 6, caractérisé en ce que les enveloppes sont placées à l'intérieur d'une enceinte, dont l'enveloppe extérieure souple à double paroi (23,74) est remplie de fluide et/ou maintenue sous pression modulable.
- 10 9. Dispositif exerçant deux actions antagonistes de poussée sur un organe mobile selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend deux enveloppes gonflables cylindriques (51,51') placées à l'intérieur de cylindres (50,50') ouverts à une extrémité, l'une des extrémités de l'enveloppe cylindrique étant munie d'une entrée de fluide (52,52')
- 15 et l'autre conformée en poussoir (53,53') en matière plus rigide, la dilatation radiale desdites enveloppes étant limitée par la paroi du cylindre, ladite enveloppe est susceptible d'une dilatation axiale créant un effet de poussée sur l'organe mobile.
- 20 10. Dispositif exerçant deux actions antagonistes de poussée sur un organe mobile selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend deux enveloppes annulaires gonflables (41,42) placées de part et d'autre d'un organe mobile (43) et susceptible de dilatation radiale exerçant un effet de poussée sur l'organe mobile.
- 25 11. Dispositif selon la revendication 10, caractérisé en ce que lesdites enveloppes (42) étant placées dans un logement creux ménagé sur la face d'un noyau (45), elles sont susceptibles d'une dilatation exerçant une poussée vers l'extérieur.
- 30 12. Dispositif selon la revendication 10, caractérisé en ce que lesdites enveloppes (41) étant placées dans des logements creux à l'intérieur d'un alésage (47), elles sont susceptibles d'une dilatation exerçant une poussée vers l'intérieur.
- 35 13. Membre robot constitué par au moins un dispositif selon l'une des revendications 1 à 12, caractérisé en ce qu'il comprend un élément fixe (1) comportant au moins deux enveloppes (2,3) fusiformes gonflables à pression modulable, les points d'attache libres (6a,6b) des enveloppes étant
- 40 reliés par des câbles de traction (15,16) à au moins deux points (18,19) d'un organe mobile (31) autour d'un ou de plusieurs axes de rotation (17), lesdites enveloppes étant reliées à un distributeur de fluide sous pression agencé pour assurer simultanément de manière contrôlée et programmée le gonflement d'une ou de plusieurs enveloppes et le dégonflement d'une ou de plusieurs autres enveloppes, de façon à permettre un comportement

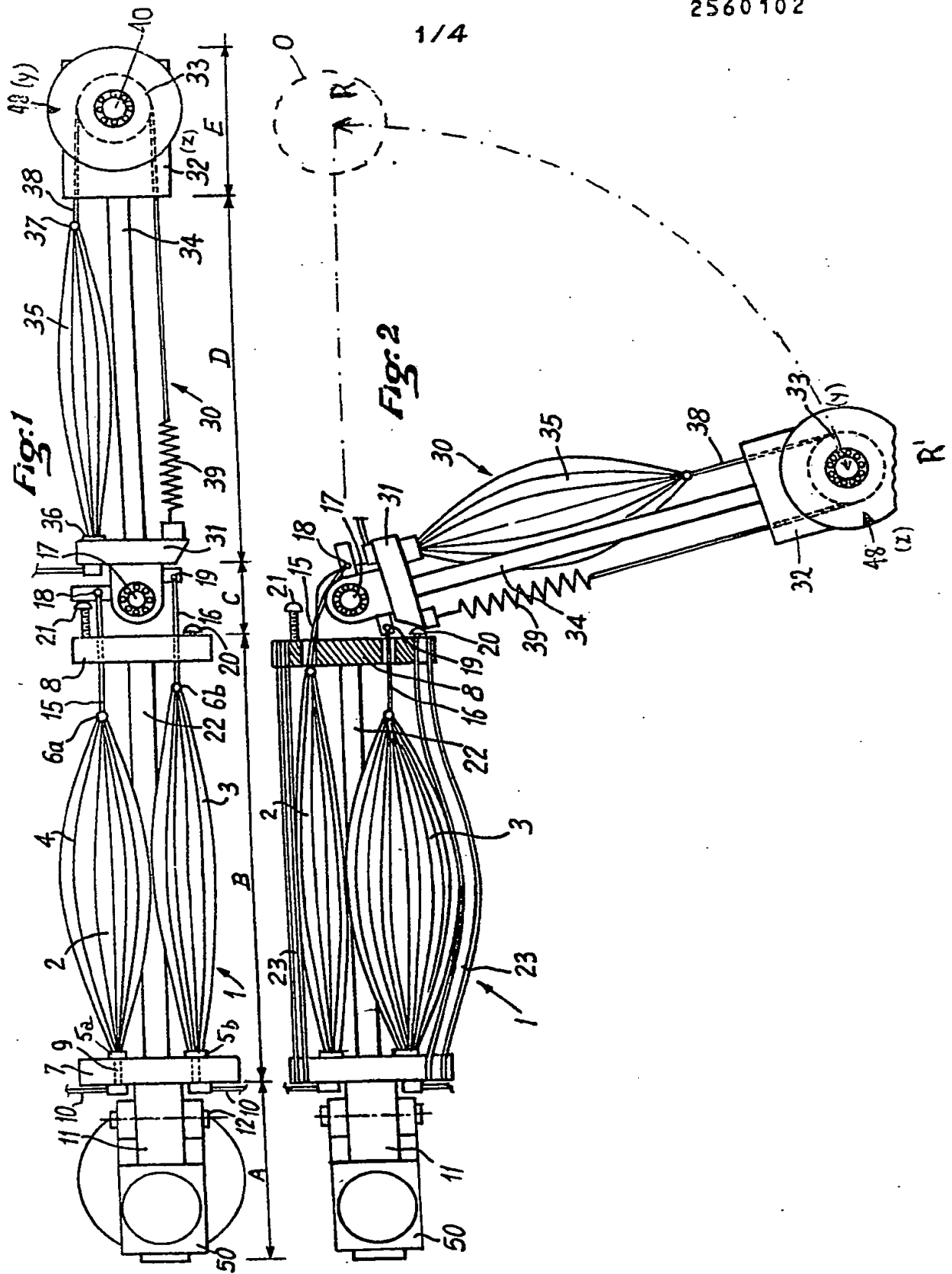
antagoniste des forces s'exerçant sur lesdits points de l'organe mobile.

14. Membre robot selon la revendication 13, caractérisé en ce que les enveloppes (2,3) sont placées axialement entre deux flasques (7,8) réunis par une ossature rigide (22), l'une des extrémités des enveloppes
5 munie d'une conduite d'alimentation (10) en fluide étant fixée sur un de ces flasques (7), tandis que l'autre flasque (8) est muni de moyens de passage et de guidage (9) pour les câbles de traction (1,16).
15. Membre robot selon la revendication 14, caractérisé en ce que le flasque (8) de l'élément fixe (1) est une chape s'articulant sur un axe
10 (17) autour duquel s'articule également une chape mobile (31) solidaire d'un deuxième élément fonctionnel (30).
16. Membre robot dont l'élément fonctionnel comprend deux enveloppes selon l'une des revendications 13 à 15, caractérisé en ce que l'organe mobile est constitué par une chape mobile (31), aux deux extrémités (18,19)
15 de laquelle sont attachés deux câbles (15,16) reliant respectivement un point d'attache (6a,6b) de chaque enveloppe, ladite chape articulée par l'intermédiaire d'un palier à billes autour d'un axe (17) étant solidaire d'un deuxième élément fonctionnel (30) susceptible de mouvements dans un seul plan.
- 20 17. Membre robot selon l'une des revendications 13 à 15, caractérisé en ce que la chape mobile (31) solidaire du deuxième élément fonctionnel (30) porte une poulie crantée, une seule courroie reliant des points d'attache des deux enveloppes passant sur cette poulie pour l'entraîner en rotation.
- 25 18. Membre robot dont l'élément fonctionnel comprend plus de deux enveloppes selon l'une des revendications 13 à 15, caractérisé en ce que plusieurs enveloppes axiales ou inclinées (80) sont réparties à l'intérieur d'une enceinte limitée par une paroi extérieure (23), l'ossature rigide (85) dudit élément portant un siège d'une polyarticulation, dans lequel est
30 montée en rotation ladite polyarticulation (82) solidaire d'une ossature rigide (84) d'un deuxième élément fonctionnel, laquelle ossature porte un organe (83) sur lequel s'exerce la traction, des câbles de traction (87) reliant les points d'attache (81) des enveloppes (80) audit organe (83), qui, sous l'effet de la traction exercée par un ou plusieurs des-
35 dits câbles (87), est capable d'entraîner l'ossature polyarticulée à accomplir des mouvements dans plusieurs plans.
19. Membre robot selon la revendication 18, caractérisé en ce que l'organe (83) sur lequel s'exerce la traction est une coupelle rattachée aux câbles par des points répartis sur sa circonférence.

20. Membre robot selon l'une des revendications 13 à 19, caractérisé en ce que le deuxième élément fonctionnel est une tige (84) portant à son extrémité une pince (43) pour la saisie des objets.
- 5 21. Membre robot selon l'une des revendications 13 à 19, caractérisé en ce que le deuxième élément fonctionnel susceptible de mouvements d'oscillations autour de son point d'articulation (17) comprend une chape mobile articulée (31), à laquelle sont fixés, d'une part une extrémité d'une enveloppe gonflable fusiforme (35) et d'autre part une extrémité d'un ressort de rappel (39), les extrémités opposées de l'enveloppe et du
- 10 ressort portant une courroie (38) passant sur une poulie (33) d'axe (40) perpendiculaire et placée dans le boîtier (32) à l'extrémité de l'ossature (34) dudit élément.
22. Membre robot selon la revendication 20 ou 21, caractérisé en ce que la poulie (33) est solidaire d'une tige axiale (45) portant une pince pour
- 15 la saisie des objets.
23. Membre robot selon la revendication 22, caractérisé en ce que les doigts (43) de la pince sont articulés en forme de leviers autour d'un noyau central (45), dont la face extérieure porte un logement annulaire dans lequel est placée une enveloppe annulaire gonflable (42), dont le
- 20 gonflement permet d'écarter les doigts, en ce qu'un guide annulaire (44) fixé au noyau comprend un alésage ou une jupe fixe (47) extérieure par rapport aux doigts, tandis que l'arête de chaque doigt (43) comporte, à la hauteur de la jupe, un pli dans lequel est retenue une autre enveloppe gonflable annulaire (41), laquelle enveloppe, dont l'expansion
- 25 se faisant vers l'intérieur exerce une poussée sur les doigts en provoquant leur serrage.
24. Membre robot selon la revendication 13, caractérisé en ce qu'il est placé sur une embase de support (14) munie d'une console (13), sur laquelle est montée en oscillation autour d'une articulation à axe horizontal (12)
- 30 une tige ou manchon (11) faisant levier et soutenant à une extrémité le membre robot, au dessus et en dessous de la partie de ladite tige opposée à son extrémité soutenant le membre robot sont placés deux logements cylindriques (50,50'), chacun contenant une enveloppe cylindrique gonflable (51,51') à axe vertical se terminant par un poussoir
- 35 (53,53') qui, lorsque l'enveloppe se dilate sous l'effet de la pression de gonflement, exerce une poussée axiale sur la tige (11) qui, selon les pressions respectives appliquées aux deux enveloppes, fait monter ou descendre le membre robot.
25. Membre robot selon l'une des revendications 13 à 24, caractérisé en
- 40 ce que l'équipement de la pince comprend des capteurs sensoriels ou

sensibles au rayonnement et en ce que des moyens de visualisation sont placés au voisinage des éléments fonctionnels du membre robot.

- 5 26. Membre robot selon la revendication 25, caractérisé en ce que des signaux émis par des capteurs ou des moyens de visualisation constituent des paramètres d'asservissement et un dispositif de gestion et d'asservissement élabore à partir de ces signaux et de données fixes un programme de commande transmis à un distributeur de fluide communiquant avec une source de fluide sous pression, ledit distributeur assurant de façon contrôlée la régulation du degré de pression dans chaque enveloppe
- 10 pour l'obtention du mouvement désiré.
27. Membre robot télécommandé ou asservi en "maitre et esclave" selon l'une des revendications 13 à 26, caractérisé par son application dans les milieux présentant un danger de pollution, d'irradiation ou de déflagration.
- 15 28. Membre robot selon l'une des revendications 13 à 26, caractérisé par son application dans le domaine de l'assistance et de la rééducation des handicapés de membres.



2/4

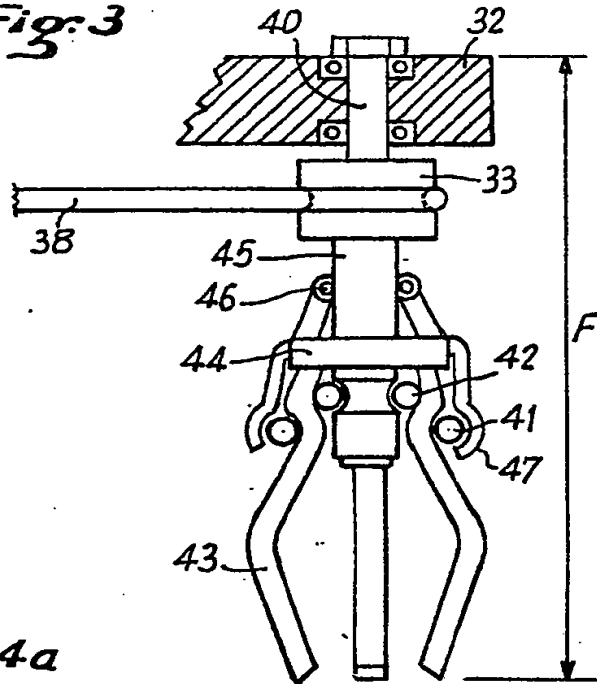
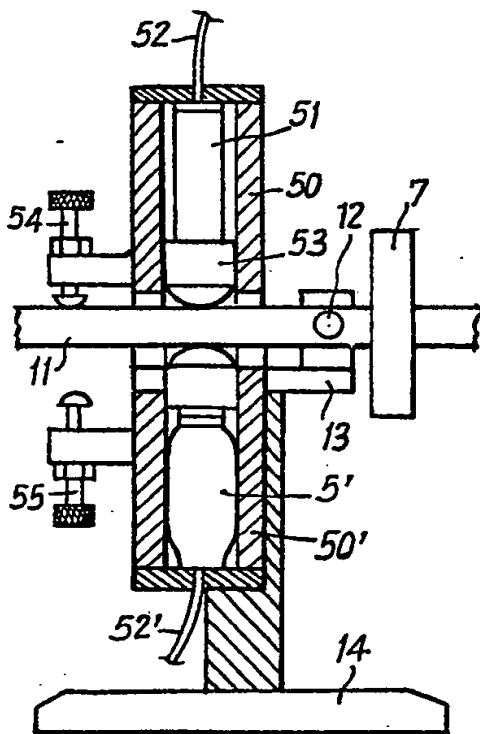
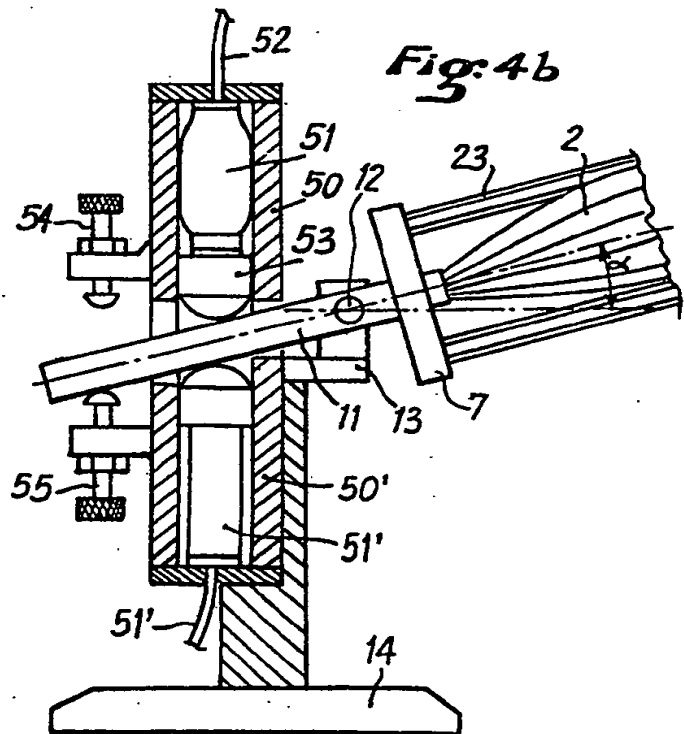
Fig. 3*Fig. 4a**Fig. 4b*

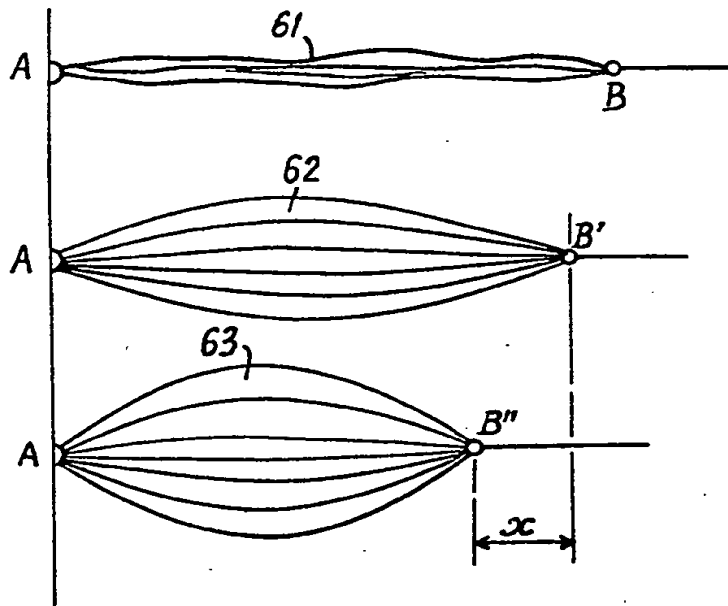
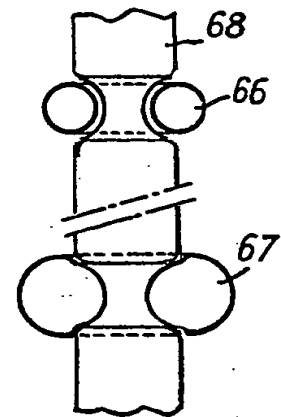
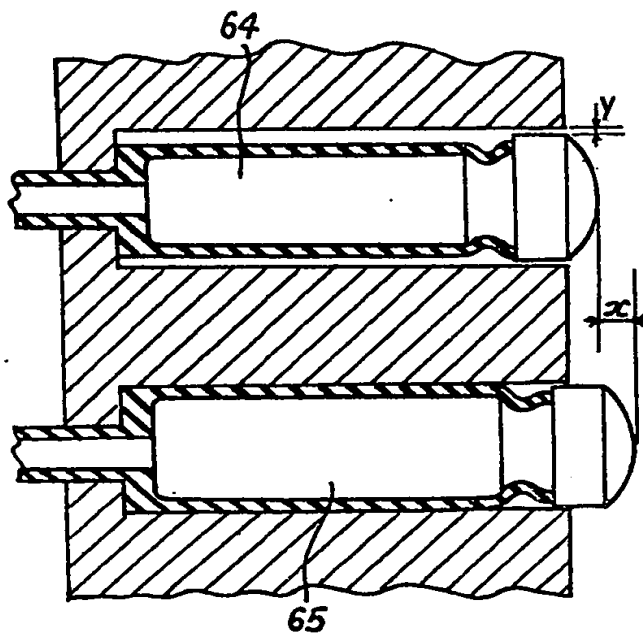
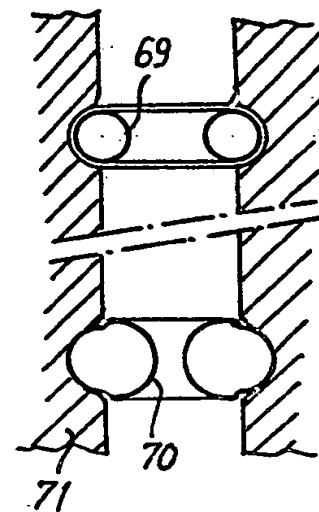
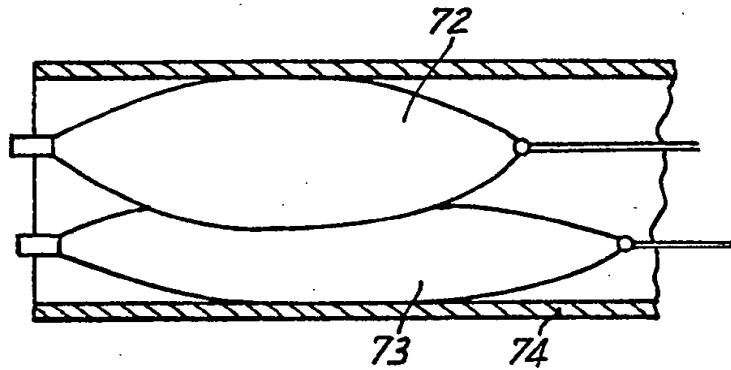
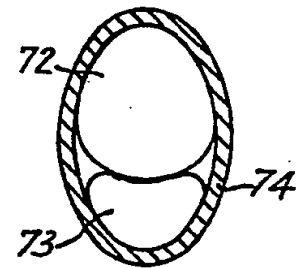
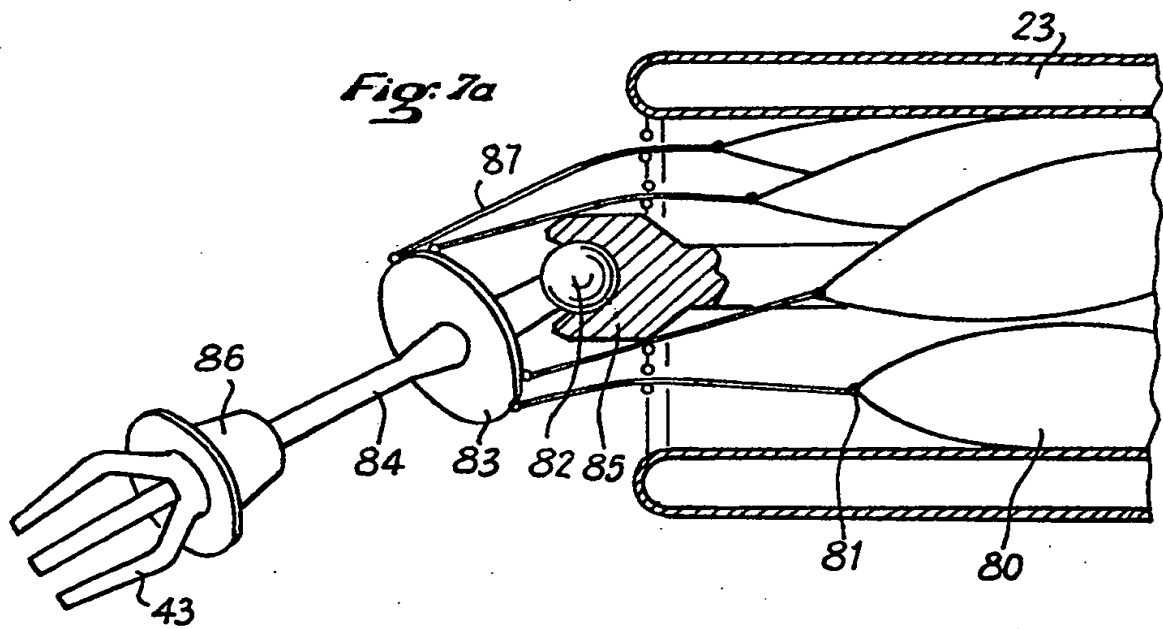
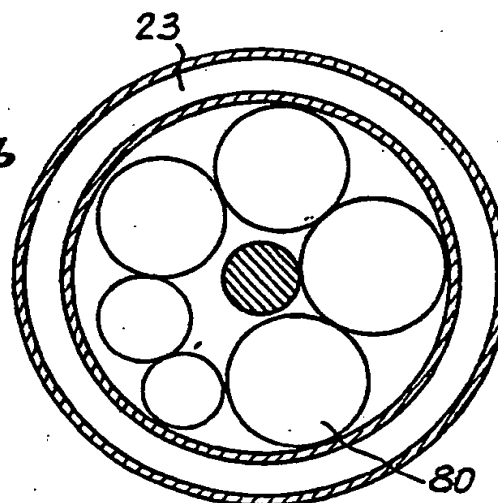
Fig. 5a*Fig. 5c**Fig. 5b**Fig. 5d*

Fig. 6a*Fig. 6b**Fig. 7a**Fig. 7b*

THIS PAGE BLANK (USPTO)